

[19]中华人民共和国专利局

[11] 公开号 CN 1130215A



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 95120274.X

[51]Int.Cl⁶

C23C 14/35

[43]公开日 1996年9月4日

[22]申请日 95.11.27

[30]优先权

[32]94.11.30[33]US[31]346,810

[71]申请人 美国电报电话公司

地址 美国纽约

[72]发明人 丹尼斯·莱尔·克劳斯

大卫 C·沃耶武达

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

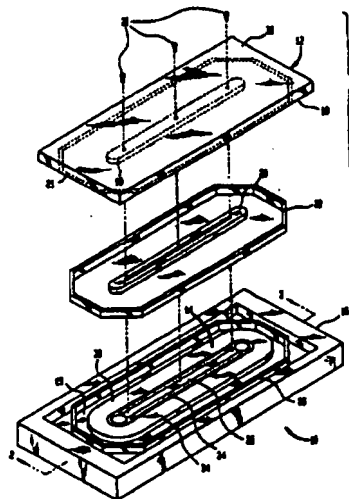
代理人 郭晓梅

权利要求书 5 页 说明书 8 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 平面磁控溅镀的方法和设备

[57]摘要

本发明所开发的磁控溅镀设备有一个带有内导管的冷却块。靶板的开有第一、第二槽的第一表面至少部分与冷却块的第一表面紧贴。分别嵌在第一、第二槽内的第一、第二磁极件相应与极性相反的第一、第二磁体接触，将第一、第二磁体产生的磁通导向靶板的第二表面。有一块平板与冷却块的第二表面以及第一、第二磁体接触安装。设备中还装有向冷却块内导管供冷却剂的装置和将电压加到冷却块上的装置。



(BJ)第 1456 号

权 利 要 求 书

1. 一种磁控溅镀设备,其特征是所述设备包括:

一个具有一个内导管的冷却块;

一块在其第一表面上开有一个第一槽和一个第二槽的靶板,
所述靶板第一表面至少部分与所述冷却块的一个第一表面接触;

一个嵌在所述第一槽内的第一磁极件;

一个嵌在所述第二槽内的第二磁极件;

一个与所述第一磁极件接触、具有一个第一极性的第一磁体;

一个与所述第二磁极件接触、具有与所述第一磁体相反的极性的第二磁体;

一块与所述冷却块的一个第一表面以及所述第二、第二磁体接触的平板;

一个向所述冷却块内导管供一种冷却剂的装置;以及

一个将一个电压加到所述冷却块上的装置;

其中,所述第一、第二磁极件用来将由所述第一、第二磁体所产生的磁通导向所述靶板的一个第二表面。

2. 权利要求1所提出的磁控溅镀设备,其特征是其中所述第二磁体围着所述第一磁体,所述第二磁体有一个与所述第一磁体的一个边缘基本共面的边缘。

3. 权利要求2所提出的磁控溅镀设备,其特征是所述靶板中的第二槽是一个围绕所述第一槽的闭合槽。

4. 权利要求3所提出的磁控溅镀设备,其特征是其中所述第

二磁极件围绕着所述第一磁极件。

5. 权利要求 4 所提出的磁控溅镀设备,其特征是其中所述冷却块是一个有着一个中央开口的闭环形构件。

6. 权利要求 5 所提出的磁控溅镀设备,其特征是其中所述第一磁体安置在所述冷却块中央开口中,而所述第二磁体安置成围着所述冷却块。

7. 权利要求 6 所提出的磁控溅镀设备,其特征是其中所述冷却块的表面与所述第一、第二磁体边缘基本共面。

8. 权利要求 1 所提出的磁控溅镀设备,其特征是其中所述靶板上的所述槽的标称深度超过嵌在其中的所述第一、第二磁极件的厚度。

9. 权利要求 1 所提出的磁控溅镀设备,其特征是所述设备还包括一个将所述靶板与所述冷却块第一表面紧密接触的贴合装置。

10. 权利要求 1 所提出的磁控溅镀设备,其特征是其中所述第一、第二磁极件均由软铁制成。

11. 权利要求 1 所提出的磁控溅镀设备,其特征是其中所述靶板是一种由铜、钛和钛钽合金组成的组中所选出的材料。

12. 一种将从靶板溅射出来的粒子镀到衬底上的磁控溅镀系统,其特征是所述系统包括:

一个具有用来安装所述衬底和一个门组件的装置的可抽真空的室;

一个安置在所述门组件中、与所述门组件电绝缘的冷却块;

一块具有一个开有一个第一槽和一个第二槽的第一表面和一

个与所述衬底相邻的第二表面的靶板,所述第一表面至少部分与
所述冷却块的一个第一表面接触;

一个嵌在所述第一槽内的第一磁极件;

一个嵌在所述第二槽内的第二磁极件;

一个与所述第一磁极件接触、具有一个第一极性的第一磁体;

一个与所述第二磁极件接触、具有与所述第一磁体相反的极性的第二磁体;

一块与所述冷却块的一个第二表面以及所述第一、第二磁体接触的平板;

一个向所述冷却块内导管提供一种冷却剂的装置;以及

一个将一个电压加到所述冷却块上的装置,用来产生一个基本与所述靶板垂直的电场,以使离子加速,撞击所述靶板,从所述靶板第二表面溅射出粒子;

其中,所述第一、第二磁极件用来将由所述第一、第二磁体所产生的磁通导向所述靶板第二表面。

13. 权利要求 12 所提出的溅镀系统,其特征是其中所述第二磁体加工成一个围绕所述第一磁体的闭合环。

14. 权利要求 13 所提出的溅镀系统,其特征是其中所述靶板中的第二槽是一个围绕所述第一槽的闭合槽。

15. 权利要求 14 所提出的溅镀系统,其特征是其中所述第二磁极件围绕着所述第一磁极件。

16. 权利要求 12 所提出的溅镀系统,其特征是其中所述靶板上的所述槽的标称深度超过嵌在其中的所述第一、第二磁极件的厚度。

17. 一种在一个溅镀室内将材料溅镀到衬底上的方法,其特征是所述方法包括下列步骤:

将一块用所述溅镀材料制成的靶板安置在所述溅镀室内,使得第一、第二磁极件分别嵌入所述靶板的第一表面上的第一、第二槽内,所述靶板的第一表面朝向一个冷却块的第一表面和产生磁通的第一、第二磁体;

将所述靶板第一表面紧贴所述冷却块,使得所述第一、第二磁体与所述第一、第二磁极件接触,由所述第一、第二磁极件将磁通导向所述靶板第二表面;

将一块平板与所述冷却块的第二表面以及所述第一、第二磁体相接触;

将所述衬底安置在所述溅镀室内,与所述靶板的第二表面相对,从而在所述溅镀室内形成一个隔在所述衬底和所述靶板第二表面之间的溅镀区;以及

从所述靶板第二表面上溅射出材料,使得溅射材料越过所述溅镀室内的所述溅镀区镀到所述衬底上。

18. 权利要求 17 所提出的方法,其特征是所述方法还包括在溅镀期间通过向与所述靶板接触的所述冷却块的内导管提供冷却剂来冷却所述靶板的步骤。

19. 权利要求 17 所提出的方法,其特征是其中所述第二磁体配置成围绕着所述第一磁体,而所述第二磁极件配置成围绕着所述第二磁极件。

20. 权利要求 17 所提出的方法,其特征是其中所述靶板上的第一、第二槽都加工成标称深度大于所述第一、第二磁极件的厚

度。

说明书

平面磁控溅镀的方法和设备

本发明涉及在衬底上溅镀材料的方法和设备。具体地说,本发明开发了一种平面磁控溅镀的方法和设备。

在物体或衬底表面镀上各种导电或绝缘材料薄膜的溅镀加工方法是众所周知的。要溅镀到衬底上的靶材料受到离子的轰击,被撞出靶板,溅射到衬底上。靶板和衬底通常置于一个含有诸如氩那样的重惰性气体、保持在相当低气压的真空室中。所产生的离子在与靶板前表面垂直的方向上受到加速,达到相当高的速度。

靶板安装在强负电位偏置的阴极上,由于辉光放电溅射,产生了高密度的离子化轰击粒子。阴极和靶板与保持在地电位的装置一起形成一个基本与靶板的暴露的前表面垂直的电场,对正离子进行加速,轰击靶材料,从中溅出的靶原子聚集到衬底表面上,形成薄膜。

增加轰击靶板表面的离子的数量可以改善溅镀效率。平面磁控溅镀设备利用安装在靶板附近的一些磁铁来产生一个截获和控制靶板处的电子的磁场,因此增加了离子产生率,从而也就增加了靶板附近的离子密度。由阴极和地电位装置所产生的电场 E 基本上与靶板表面垂直,而磁场 B 的磁力线从靶板表面穿出再返回,形成闭合的弧线。处在电场 E 和磁场 B 基本相互垂直处的自由电子得到的速度与靶板表面平行,表示为电场 E 和磁场 B 的矢量积(即 E

×B)。

可以将一些磁体件配置成限制电子在一条与靶板表面平行的闭合环形通道内运动的结构。由于电离气体撞出靶材料而在靶板上形成的撞蚀图形与电子通道相应,呈环形凹陷形状。当这环形的蚀槽深入靶板表面时,一般就需要更换靶板。

目前流行的这种平面磁控溅镀工艺有一些缺点。首先,现有的这些设备在低真空压力(即小于1毫毛)下工作效率不高。在低压力情况下的一些测试表明溅射等离子体不够稳定,为了正常工作通常要加更高的电压。第二,由于受到高能量离子的不断轰击和暴露在建立负电位所必需的高功率之中,所以靶板过热。因此,要求对靶材料进行有效冷却。最后,现行的磁配置形成的薄膜不均匀,靶板表面的利用率不高。一般靶材料只用了20%至30%时,就需更换。

业已提出了一些类型的磁控溅镀设备,以克服现有技术的某些缺点。例如,Manley的美国专利No. 5,262,028介绍了一种用一组磁铁的设备,这种设备有一个中央辅助磁体,靶板很厚,中间部分切掉。这种配置意在使磁场能产生更宽、更均匀的撞蚀图形。然而,采用不同场强和极性的几个磁体引起的磁场畸变虽然可以增加靶板的撞蚀效率,然而是以镀膜不均匀为代价的。此外,由于磁力线可能与靶板的位置有关,从而随着靶板的撞蚀,也要改变。用一组磁体产生使磁力线与靶材料平行必需的磁节点的磁控装置的设计和制造都比较复杂。最后,复杂的磁体组件插在靶板和冷却系统之间会干扰靶板的温度调节。

因此,需要开发一种既能改善镀膜质量使镀层均匀,又能在低气压和低电压下工作、有利于对靶板有效冷却、制造简便的平面磁

控溅镀设备。

本发明所开发的磁控溅镀设备有一个带有内导管的冷却块。在靶板的第一表面上开了第一、第二两个槽。靶板第一表面至少有一部分与冷却块的第一表面接触。在第一槽内嵌了一个第一磁极件，而在第二槽内嵌了一个第二磁极件。一个具有第一极性的第一磁体与第一磁极件接触安装。一个极性与第一磁体相反的第二磁体与第二磁极件接触安装。一块平板与冷却块的第二表面和第一、第二磁体相接触。还有向冷却块内导管提供冷却剂和将一个电压加到冷却块上的装置。第一和第二磁极件将第一和第二磁体产生的磁通导向相对的靶板第二表面。

本发明所提出的在溅镀室内将材料溅镀到衬底上的方法包括下列步骤。将一块由溅镀材料制成的靶板放入溅镀室，使得第一、第二磁极件分别嵌在靶板第一表面上的第一、第二槽内。靶板第一表面朝着冷却块的第一表面和第一、第二磁体，与冷却块紧贴，使得第一、第二磁体与第一、第二磁极件相应接触。将一块平板与冷却块的第二表面和第一、第二磁体连接安装。第一、第二磁体产生的磁通由第一、第二磁极件导至靶板第二表面。衬底放置在溅镀室内，与靶板第二表面相对，在溅镀室内形成了一个在衬底与靶板第二表面之间的溅镀区。溅镀材料从靶板第二表面溅出，越过溅镀室内的溅镀区，镀到衬底上。

通过以下结合附图对本发明方法的优选实施例的详细说明，熟悉本发明所属技术领域的人们就能更充分地理解怎样实际实现本发明所提出的方法。在这些附图中：

图1为本发明所提出的设备的一个优选实施例的分解透视图；

图 2 为图 1 所示设备沿线 2—2 剖取的剖视图；

图 3 为作为本发明优选实施例的一个溅镀室的局剖顶视图；以及

图 4 为图 3 设备沿线 4—4 剖取的剖视图。

图 1 所示的作为本发明优选实施例的平面磁控溅镀设备 10 有一块可以是铜或者是诸如钛或防止铜钛相互腐蚀的钛钯合金之类的其他非磁性金属材料的靶板 12。也可以溅镀其他材料，如三元金属。靶板 12 安在与磁性的支撑板 15 连接的冷却块 14 上。靶板 12、冷却块 14 和支撑板 15 都安装在门组件 16 内。靶板 12 的第一表面 18 上开有一条第一槽 19 和一条第二槽 21(以虚线表示)，第一内磁极件 20 和第二外磁极件 22 分别嵌入这两条槽内。内磁极件 20 和外磁极件 22 分别与第一内磁体 24 和第二外磁体 26 的边缘接触。靶板 12 紧贴冷却块 14，由几个穿过靶板 12 的螺钉 28 卡住。在本优选实施例中，装有靶板 12 和磁体 24、26 的门组件 16 放入可抽真空的溅镀室(未示出)中，与安装在其中的衬底 100 相对。在溅镀室内，溅镀区 60 就是衬底和相对的靶板 12 的第二表面 32 之间的这个区域。

如图 1 所示，这种溅镀设备包括永久性的内磁体 24 和外磁体 26，这两个磁体最好是诸如亚硝酸钡那样的陶瓷磁体。内磁体 24 可以就是一根直磁棒，也可以象这个实施例那样做成一对，中间用非磁性(最好是铝)的衬垫 25 隔开，以便于靶板 12 的中心安装。外磁体 26 做成框式结构，围着内磁体 24。在这个优选实施例中，包括一组直的磁体，围成八角形，以使各段离内磁体 24 基本等距。内磁体 24 定在冷却块 14 的中央开口中，而外磁体 26 则围着冷却块 14。冷

却块 14 的顶表面与内磁体 24 和外磁体 26 的上边缘基本共面。永久磁体 24 和 26 的极性配置成使内磁体 24 的和内磁极件 20 接触的磁极与外磁体 26 的和外磁极件 22 接触的磁极极性相反。由图 2 可见,从一个磁体发出的磁力线穿过靶板 12 后返回,再穿过靶板 12 至另一个磁体,形成弧 30。磁性支撑板与磁体 24 和 26 接触,构成磁路通路 31。支撑板 15 可以用一种诸如软铁之类的非磁体但可磁化的材料制成表面镀镍,以防腐蚀。内磁体 24 和外磁体 26 配置成基本同心,因而形成一连串的弧形磁力线,延展成夹在内磁体 24 和外磁体 26 之间的一条闭合的隧道形通路的形状。

内磁极件 20 和外磁极件 22 的作用是使磁通更接近靶板 12 的上表面 32。磁极件 20 和 22 都是用诸如软铁或冷轧铜之类的非磁体但可磁化的材料制成,具有导磁作用。在这个优选实施例,磁极件 20 和 22 做成与永久磁体 24 和 26 基本相同的平面形状,安置在这两个磁体上。如图 1 中虚线所示,靶板 12 的第一表面 18 铣成磁极件 20 和 22 的平面形状,深度标称超过磁极件的高度,使得磁极件 20 和 22 可以埋入靶板 12。磁极件 20 和 22 起着分别将下面的磁体 24 和 26 的磁极延伸的作用,因此极性相互相反。使磁极件接近靶板 12 的第二表面 32,磁通线就近似与表面 32 平行,而磁场强度也基本上增大到了接近最大的强度。磁场强度增大,使得溅镀设备 10 可以在较低的电压和较低的气压下工作。镀层的均匀性可以根据要镀的衬底情况通过改变磁极件 20 和 22 的大小和形状加以控制。

冷却块 14 既为靶板 12 提供了温度调整又用作将靶板 12 连接到一个负电位源的导体。靶板 12 的第一表面 18 上的槽铣成比磁极

件 20、22 的高度更深一些,这样公差使得靶板 12 可以紧紧地贴在冷却块 14 上,以提供一个良好的靶板冷却和导电的界面。

在本实施例中,冷却块 14 有一个下沟道部 34,其截面基本呈 U 形(见图 2),而外形呈环形(见图 1)。冷却块 14 还有一块盖板 36,外形呈环线,盖在冷却块沟道部 34 上,形成一个可让诸如水之类的冷却剂在其中循环的管道 38。在这个优选实施例中,管道 38 的截面积尽量做大,占据内磁体 24 和外磁体 26 之间的绝大部分的空间,以便最有效地冷却靶板 12。由诸如不锈钢那样的导电材料制成的冷却水输入管 40 从冷却水源(未示出)伸到开在沟道部 34 的下表面的一个开口。冷却剂流过管道 38,冷却靶板 12,再通过从沟道部 34 的另一个口伸出的回流管 42 返回,循环致冷。此外,冷却块 14,具体地说是沟道部 34,与支撑板 15 接触,这有利于对支撑板 15 和磁体 24、26 的温度调整。

在溅镀设备 10 工作期间,高压通过连接高压电缆 46 和卡在冷却剂输入管 40 或回流管 42 上的电卡圈 44 加到冷却块 14 上。由于冷却块 14 和冷却管 40、42 都是用导电材料制成的,因此就将负电位加到靶板 12 上。溅镀设备 10,特别是门组件 16,对于冷却块 14 和靶板 12 来说是处在接地的电位。所以,用了聚四氟乙烯之类材料制成的绝缘套筒 48 和绝缘的 O 形垫圈 49 将门组件 16 与冷却管 40、42 隔离。为了改善隔离性能,绝缘套筒 48 可以做成相互分离的几段。在这个优选实施例中,每个套筒 48 包括一个带有螺纹部、插入支撑板 15 的第一套筒段 56,一个也带有螺纹、插入门组件 16 的第二套筒段 8,以及围着水管 40 和 42 使溅镀室与外界大气之间真空密封的一个绝缘卡圈 60 和一个 O 型垫圈 62。所形成的电场基本

上垂直于靶板 12 的上表面 32。陶瓷隔离垫 50 为冷却块 14、靶板 12 和支撑板 15 提供支持。隔离垫 50 的高度经最佳化,以防在支撑板 15 和门组件 16 之间形成等离子区,从而阻止了这两个构件产生会污染正沉积在衬底 100 上的薄膜的溅射。

溅镀设备 10 可以与衬底 100 或需涂的工件一起放入可抽真空的室内进行工作。溅镀设备 10 和衬底 100 可以水平配置,使衬底材料可以有次序地传送到靶板 12 下,从而提高了生产率。然而,垂直配置在有些方面要比水平配置更为优越。由于靶板表面 32 的平面垂直放置,如图 2 所示,因此通常从靶板 12 剥落的靶料就会落到溅镀室的底部,而不致落到衬底 100 上。此外,垂直放置还解除了某些加在冷却管 40 和 42 上的应力。

图 3 和图 4 示出了一种典型的溅镀室 200。溅镀室 200 例如可以做成基本上是圆筒形的结构,包括一个外圆筒壁构件 202、一个内圆筒壁构件 204、一个水平盖板 206 和一个水平底板 208。分别带有如上述那样安装在其中的靶板 12 的各个门组件 16 相应通过环形密封垫 54 安装到壁构件 202、204 上的矩形口上。密封垫 54 用来防止溅镀处理过程中的压力损失或污染。溅射的混合气体通过一个口(未示出)引入溅镀室,而使溅镀室 200 成真空的设备在这个技术领域是众所周知的。

可转动的传送盘 210 包括一系列沿圆周分隔的向上竖起的支柱 212,这些支柱 212 的下端固定在传送盘 210 上。每一个支柱 212 都有一个导向组件 214,使得内、外平板被一块宽度较小的中间平板分隔,以规定衬底支架边缘接纳导轨 216。一对平面衬底 100 装入一个矩形框式的支架或“托架”218。衬底 100 可以通过圆盘传送

方式传送到各靶板 12 前。可以用一个真空装料锁定装置在保持相当低的气压条件下取下已溅镀的衬底和换上新的衬底。

虽然以上就本发明的优选实施例对本发明作了说明,但熟悉该技术领域的人们显然很容易根据本发明的精神进行种种变动或修改,这些均应属于所附权利要求提出的本发明保护范围之内。

说明书附图

图. 1

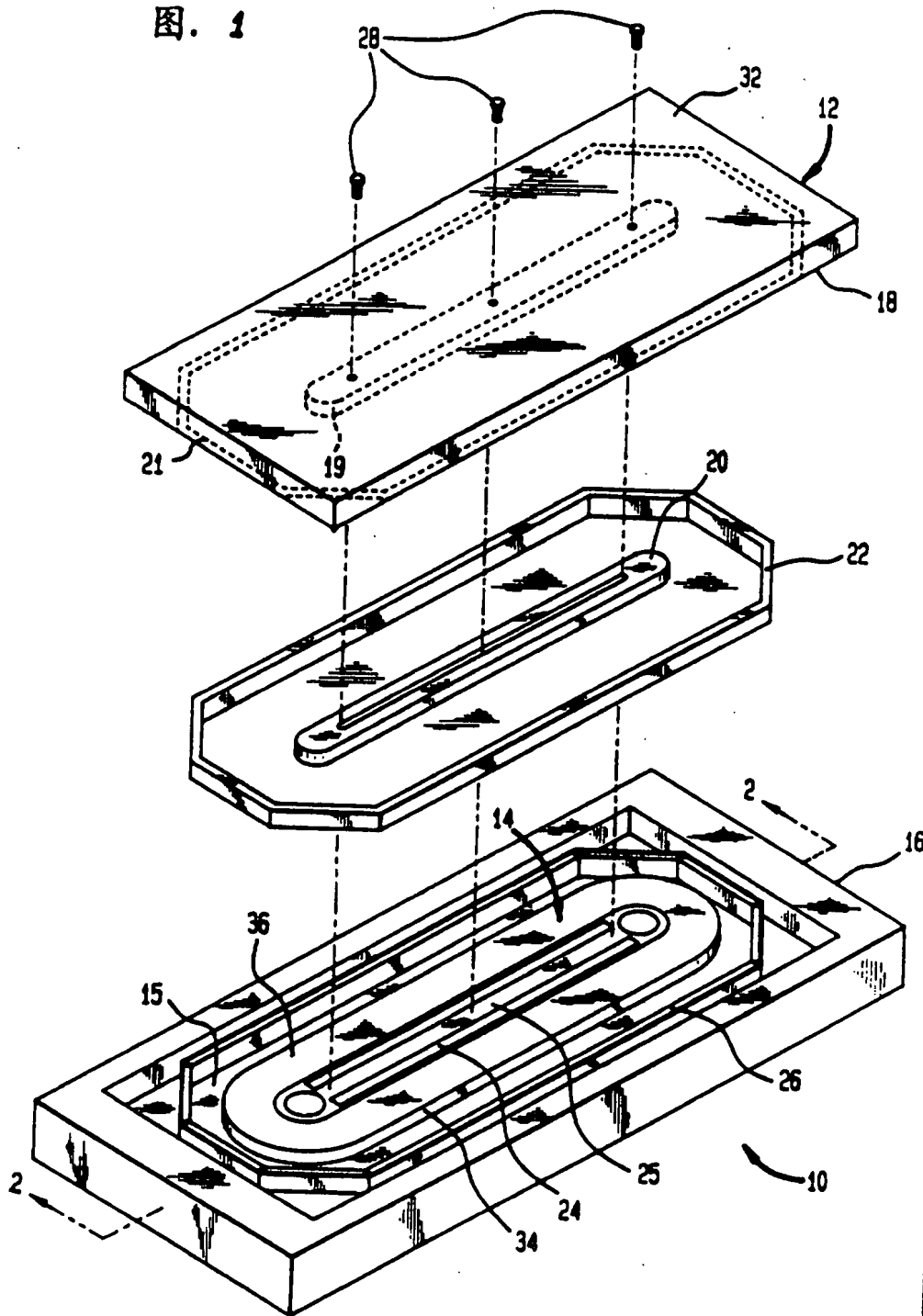


图. 2

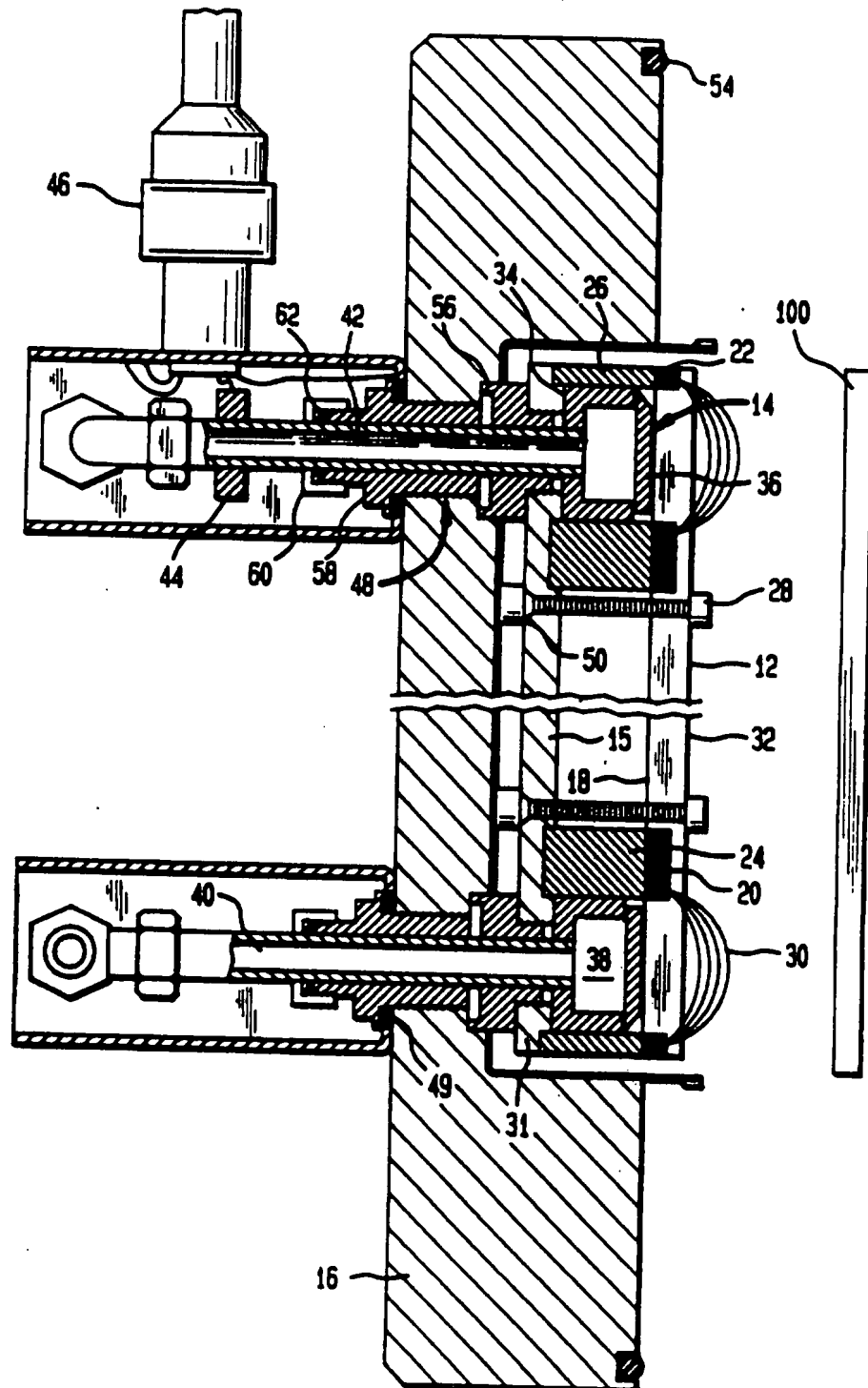


图. 3

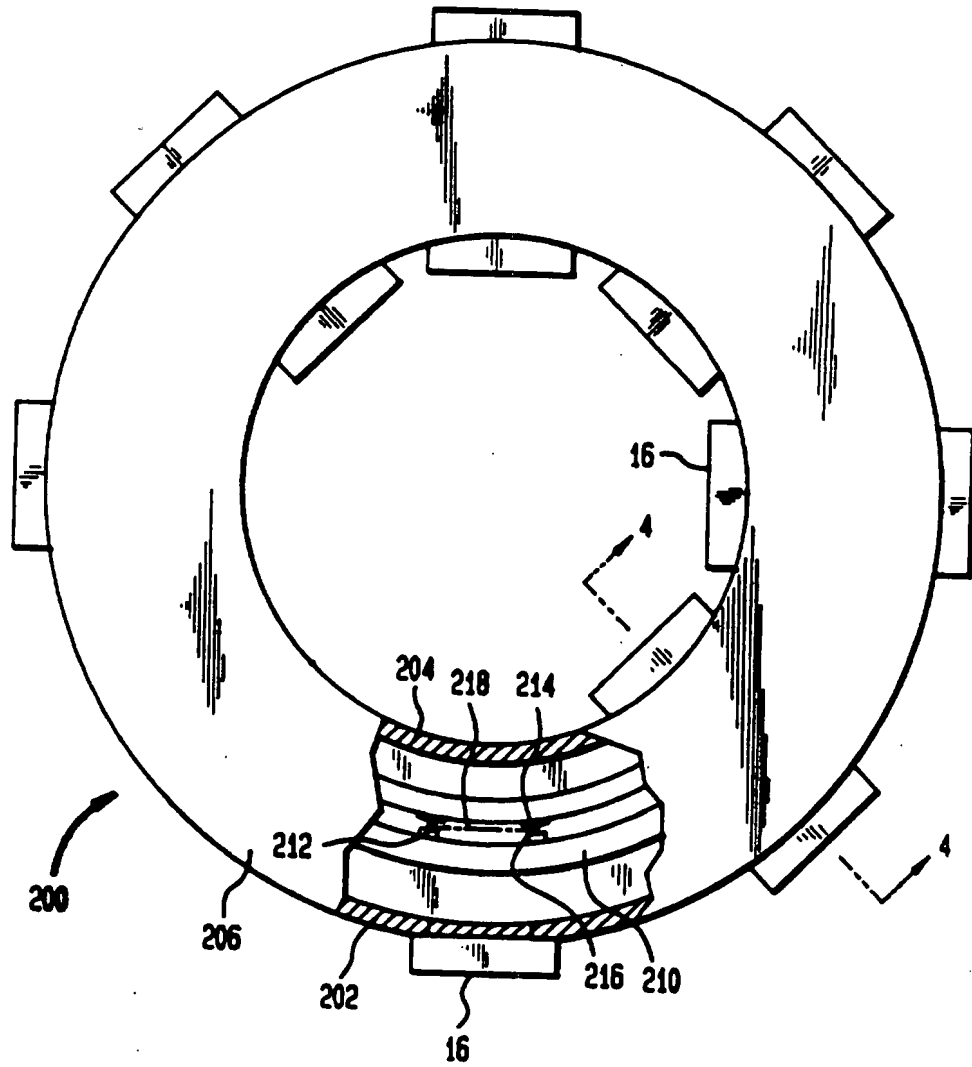


图. 4

